

E-1 事業創生にむけたSEC自主研究テーマの取組みについて —SEC企画技術部会の活動状況—

畠山 孝
一般財団法人エンジニアリング協会
石油開発環境安全センター
技術調査部 部長

1. 背景・目的

設立の経緯から石油開発環境安全センター（SEC）の主要な役割は、石油・天然ガス開発に係る「保安の確保と環境の保全」に関する情報収集や調査研究などである。これまで公的機関などが実施するプロジェクトを中心に受託・実施してきたが、昨今、この実施案件が減少傾向にあり、さらに公益法人改革などの社会状況変化の進展もあり、将来の展望が見え難くなってきた。

このような状況下、一昨年に、賛助会員や関係行政機関などが SEC に期待していることなどを整理・見直しを行なうため、ヒアリングを実施し、SEC の課題などについて検討を行なった。この結果から、1) さらなる受託研究業務の推進、2) 新基軸、新分野を視野にいたした自主研究テーマの探索と実施、3) SEC 組織機能についての議論の深化、を今後の活動目標とすることとした。

昨年は、エンジニアリング振興協会が一般財団法人に移行し、SEC が設立 20 年を迎えたこともあり、SEC の活動をより一層活発化するために、SEC 運営委員会（旧）および SEC 企画委員会の承認を得て、企画委員会の下に、新たに「企画技術部会」を設置し、さらに企画技術部会の中に、3つの分科会を立ち上げて、自主研究テーマに取り組むこととした。

2. 活動状況

分科会の活動は、賛助会員企業の有意義な情報交換であるとともに、受託事業に繋がるものが求められている。これらの要望を踏まえ、以下の3つの分科会を実施した。

2. 1 第1分科会

メキシコ湾の暴噴・油漏洩事故をもたらした大水深域での石油開発、日本近海のメタンハイドレート開発あるいは北極圏のガスハイドレート開発では、現在および近い将来において国内石油開発企業が解決しなければならない HSE に関する課題が存在している。

第1分科会では、SEC の主要な役割である安全・環境に関するテーマとして、石油開発業界では世界的にほぼ確立したシステムである HSE-MS (Health Safety and Environment Management System)における課題を抽出するために、「石油開発における HSE 管理に係る動向調査」を実施した。

ウェブサイト等からの情報収集やヒアリングにより、海外石油メジャーにおける HSE-MS における主な課題は、リスクマネジメントや生物多様性保護の取り組みであることが推察された。

一方で、分科会の委員からは、石油開発に限らず、エネルギー資源や海洋資源などの視野での調査、および環境アセスメント分野に関する調査に関する要望があった。

また、HSE-MS 文書の内容や大水深における HSE-MS 等の特殊な事例について興味がある等の意見も聞かれた。

2. 2 第2分科会

東日本大震災に伴う福島第1原子力発電所の放射能汚染事故を経験した現在、原子力発電の安全性を保障する従来のリスク・マネジメントの理念が問題解決に応えられるのか、また、原子力発電では過酷事故に対応して「アクシデント・マネジメント」が導入されてきたが、この考え方が活かされていたのか、あるいは機能し得たかを検討する必要がある。

一方、メキシコ湾におけるマコンド油田の石油暴噴・漏洩事故においても、石油メジャーによるリスクマネジメントが実施されているにも拘わらず、人的災害のみならず、自然環境や地域産業に対して大規模な影響と被害をもたらしてしまった。

第2分科会では、これら2つの大事故に関するリスクマネジメントの課題およびアクシデントマネジメントの有効性について検討した。

これまでの検討では、上記の課題に関して明確な結論を見出すことは出来なかった。今後の論点として、大きな不確実性が存在する領域あるいはステークホルダーの視点と認識が必要な領域について、「リスクの許容(ALARP)」及び「確率論的リスク評価」に言及することが必要と考えられる。

2. 3 第3分科会

総合資源エネルギー調査会「エネルギー基本問題委員会」では、東日本大震災後の新たなエネルギー基本計画の策定に向け、昨年秋から原子力発電への依存度を低減させることを基本方針にして議論が続いており、エネルギーミックスの選択肢案を示している。

第3分科会では、この新たな「エネルギー基本計画」策定に関連して当センターで貢献できることを検討して提言書を作成し、意見表明を行うことを目標に活動している。

原子力発電の依存度を低減させようという潮流の中で、その不足分を補完するエネルギーとして、当面は化石燃料による発電に依存せざるを得ないと考えられ、その中でも、二酸化炭素(CO₂)の排出が比較的少なく世界的に豊富に貯蔵する天然ガスの依存度が高まると予想されている。

以上の認識を踏まえ、資源・エンジニアリング業界からの意見を反映していただくため、天然ガス関連インフラの整備を最優先事項（天然ガス埋蔵量の確保、天然ガスパイプライン網の整備、天然ガスの備蓄及びそのインフラ整備など）について議論を重ね、これら

の検討が早急に必要であるとの提言を纏めたパブリックコメントを作成し、「第一次提言」として平成 24 年 2 月に「エネルギー基本問題委員会」提出した。さらに「エネルギー基本問題委員会」や「天然ガスシフト基盤整備専門委員会」などの議論の深まりに合わせて検討を重ね、第一次提言項目に加え、国際パイプラインの実現、天然ガスの将来に向けた利用促進策、コジェネの推進と LNG 冷熱の有効利用及び CCS の推進について「最終提言」を取りまとめている。

3. 今後の方針

第 1 及び第 2 分科会は、リスク評価という共通テーマを有していることから、2 つの分科会を統合することとし、原子力発電におけるアクシデントマネジメントの知見や海外石油メジャーが実施しているリスク評価手法を活用して、メキシコ湾事故の対策を評価するとともに、日本企業が大水深海域において資源開発を実施するにあたって想定されるリスクを評価し、その対策を検討する。

第 3 分科会は、「エネルギー基本問題委員会」に対して、パブリックコメントの最終提言書を取りまとめた。

E-2 地熱発電に関する環境リスクの調査

— 自然エネルギーの有効利用への取り組み —

百田 博宣

一般財団法人 エンジニアリング協会

石油開発環境安全センター 研究主幹

1. 調査研究の目的

昨今の電力需給の逼迫が社会問題化する中、国内に豊富な資源をもつ地熱発電が注目を集めているが、地熱発電事業の推進には発電コスト問題、国立・国定公園問題、温泉問題の障壁がある。このため、SECでは平成23年度、今後の地熱発電所建設の促進に寄与することを目的に、国立・国定公園と温泉の環境問題に焦点をあて、平成24年度JKA競輪補助事業への応募とWG準備会設立を行い地熱発電環境問題に対する自主活動を行ってきた。

本報では、平成23年度の調査研究結果の概要に加え、本年度スタートしたJKA競輪補助事業（地熱発電の技術・環境課題の調査研究）の概要を報告する。

2. 研究内容

国立・国定公園内での地熱発電所に対する過去の通知(昭和49年、昭和54年、平成6年)以後、平成11年の八丈島発電所の運転開始を最後に、地熱発電所建設は停滞するが、平成22年6月に「再生可能エネルギーの導入促進に向けた規制の見直し」が閣議決定された。また、平成23年3月11日の東日本大震災による福島第1原子力発電所事故は、再生可能エネルギーの推進を活発化させ、地熱発電事業の促進も後押しする社会情勢を生み出した。

平成23年度の自主事業の概要を図-1に示しているが、3.11の東日本大震災以後、エネルギー政策の見直しが行われる中、地熱発電所の環境問題への取り組みについては、SEC賛助会員の共通のテーマになりうるとの観点から、平成24年度の補助事業への応募とWG

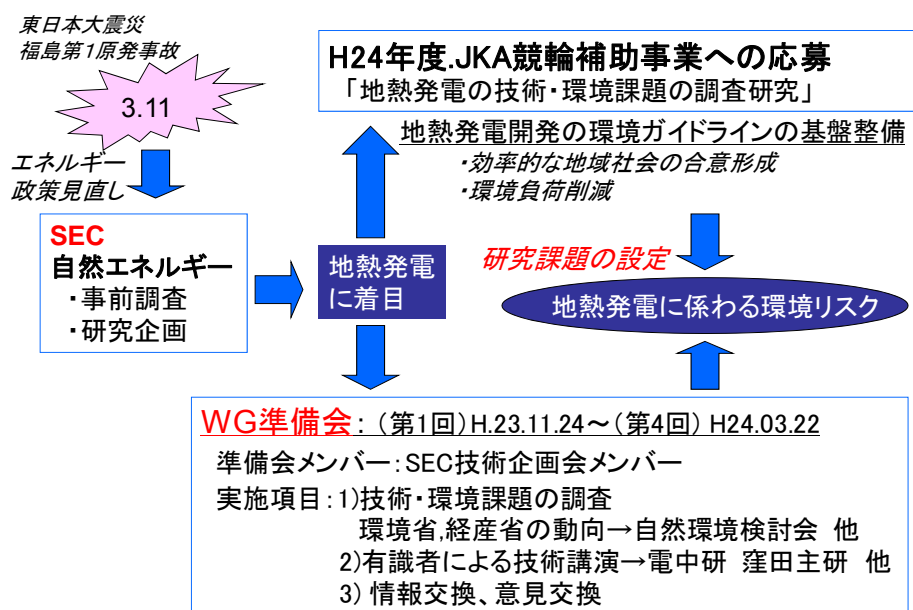


図-1 地熱発電の環境問題に対する平成23年度の自主事業の活動概要

準備会での自主活動を行った。

WG準備会は、SEC企画技術部会メンバーを構成員とし、JKA競輪補助事業応募後平成23年度に4回開催した。調査研究の内容は、1)環境省の自然公園問題や温泉問題に係る検討会の検討内容調査、環境省・経産省等の規制見直しの動向調査、2)有識者による地熱発電に関する掘削技術や環境リスクマネジメントなどの報告からの情報・知見の収集・整理、であり、JKA競輪補助事業への応募内容の具体化に向けたポテンシャルアップを図った。

3. 研究成果（結果）

「地熱発電の技術・環境課題の調査研究」は、平成24年度のJKA競輪補助事業に採択され、直ちに研究体制の組織化と研究内容の具体化検討を開始した。研究内容案として、応募内容とWG準備会の調査結果を反映して「研究の狙い」と「研究内容」をまとめ、図-2に示した。また、研究体制は、調査研究委員会と調査WGを設置し、調査研究を進める体制とした。調査研究委員会は、江原九大名誉教授を委員長に、委員に学識経験者と電力系事業者、オブザーバに経済産業省、環境省および(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構、調査WGはWG委員にSEC賛助会員、オブザーバに資源系事業者に参加頂いている。

平成24年度の第1回JKA地熱発電研究会・調査WG合同会議を6月1日に開催し、只今、調査研究がスタートしたところである。

4. 今後の課題

環境省は本年3月に新通知、「国立・国定公園内の地熱発電の取扱いについて」を発出しており、その中で、国立公園特別地域（2種・3種）における掘削・地熱発電所の建設を認めるに当たっては、自然環境への影響を最小限にするという5項目の条件を付けている。本調査研究については、環境ガイドラインの骨子案の中で、これら5条件に対する有効な環境負荷低減技術や地域との合意形成手法を盛り込むことが今後の課題と考える。

研究の狙い	<p>※地熱発電所建設を促進する一助として、環境リスクの抽出整理と環境リスク解決策に適用可能な新技術を調査。</p> <p>※地熱発電所建設における環境負荷の低減と地域社会との合意形成に役立つ環境地熱発電開発の環境ガイドラインの骨子案を試作。 →将来の開発指針作成に対する資料の提供</p>
研究内容	<p>1.地熱発電事業(資源調査・建設工事・操業)の環境リスクの抽出整理</p> <ul style="list-style-type: none">a. 地熱開発停滞期以降の社会的・技術的動向と課題の整理b. 国内地熱発電計画事案の環境リスク等の状況調査c. 海外地熱先進地域の実情調査(予定:インドネシア、ニュージーランド) <p>2.地熱発電所建設における環境リスク解決策の調査検討</p> <ul style="list-style-type: none">d. 環境負荷低減に有効な新技術の調査e. 国内地熱発電所の環境アセスメント実績調査f. 海外の地熱先進地域の環境対策の実情調査g. 地域社会との合意形成手法の調査検討 <p>3.環境ガイドラインの骨子案の作成・報告書の作成</p> <ul style="list-style-type: none">☆環境ガイドラインの骨子案の試作☆今後の課題を整理

図-2 平成24年度JKA競輪補助事業における調査研究内容の計画案

E-3 海外でのCCS規制および技術基準に関する動向調査－豪州および欧州の事例

(この事業は、日本CCS調査株式会社からの受託により実施したものです。)

一般財団法人エンジニアリング協会
石油開発環境安全センター
技術調査部 研究主幹 青柳 敏行

本調査は、日本 CCS 調査(株)が、経済産業省より平成 23 年度「二酸化炭素削減技術実証試験委託費」業務として受託し、同社より弊協会がその一部を受託したものである。

ここでは、欧州および豪州調査で得られた海外での CCS 法規制および技術基準の概要、豪州および欧州の動向に関する情報を報告する。

1. 法規制と技術基準の概要

- (1) 2008 年、IEA (International Energy Agency)が、国際的な CCS 法規制ネットワークを設立、各国における CCS 関連法規制の整備動向を取り纏めて紹介している。
- (2) 2007 年以降、CCS のためのベストプラクティス、ガイドライン、技術基準に関する数多くの文書が発行されているが、特定の分野であったり、全体を包含するものであったり、記載内容のレベルも様々である。
- (3) ISO による規格化の動きが出ている。

2. 豪州における CCS 動向

- (1) 豪州は、国内に大量の石炭埋蔵量があることにより、今後も石炭火力が中心になると考えられている。そのため、CCS には早くから関心を持ち、連邦政府のみならず州政府、ACA (Australian Coal Association) 等の業界団体、Global CCS Institute 等が CCS を推進している。
- (2) CCS に関連する連邦政府の法規制において、Offshore area は、基線 (海岸線に沿った低潮線) 3 mile から大陸棚外側境界線までと定義している。連邦政府が Offshore area を、またその内側 (陸域および基線から 3mile 以内) を州政府が管轄している。
石油探査の許可制度、リース制度、石油生産ライセンス制度と同様に、CCS に必要なアセスメント実施の許可制度、温暖化ガス貯留層探査のリース制度、温暖化ガス圧入ライセンス制度等も規定している。
- (3) 法規制を定めている州政府は、ニューサウスウェールズ、クイーンズランド、ヴィクトリア、西オーストラリア、南オーストラリア等である。例えば、クイーンズランド州の規制には、石油・天然ガスに関する法規制をモデルにして、探査許可制度や圧入・

貯留リース制度を定め、リース期間終了後は、貯留された CO₂ は州の所有物と規定している。ただし、CO₂ 貯留によるリスクが可能な限り小さくなるまで貯留層リースの返却は受付せず、また返却後も一定の責任が元リース者に残る等の問題点が指摘されている。

3. 欧州における CCS 動向

- (1) EU では、加盟国と欧州委員会の両者が CCS 規制に関与している。
- (2) 加盟国は EU 指令を反映するよう各々の国の法規制を整備するように求められる。
- (3) CCS に関しては、CCS 指令遵守と EU 域内排出量取引制度 (EU-ETS) も適用される。
- (4) Norway: Statoil 社の Snohvit では、2008 年 4 月から、ガス生産領域 (Main segment) とは断層により区切られた領域 (F-segment) の海面下約 2,700m の Tubaen 帯水層に年間約 70 万トンで CO₂ の圧入を開始した。
- (5) Holland: ロッテルダムの北約 200km の北海にある K-12B 天然ガス田では、CCS として天然ガス中に含まれる CO₂ を P/F 上で分離・回収、累計約 8 万トンを海底下約 4,000m の生産終了ガス層へ圧入している。坑井は生産井を転用、CSG や CMT は耐 CO₂ 仕様ではないが、事前に十分な調査・検討を実施している。
- (6) France: Total 社 Lacq では、酸素燃焼ボイラーから CO₂ を分離・回収し、27km 離れた Rouse 生産終了ガス田まで P/L で輸送・圧入を実施、P/L と圧入井は、天然ガスの生産・輸送に用いたものを再利用している。また、CO₂ 漏洩検知のため、CO₂ 検知器 (赤外線方式) を、圧入井付近に設置し、圧入井内には緊急遮断弁と地震計を設置している。

4. まとめ

- (1) 各国で CCS の法整備が進展している。
- (2) 2007 年以降、CCS の予備調査・サイト選定・貯留層評価・シミュレーション&モニタリング・リスク評価・社会的受容性・法規制等のための、ベストプラクティス、ガイドライン、技術基準がいくつかの機関により公開されている。
- (3) ISO による規格化が始まっている。

以上

E-4 メタンハイドレート開発に係る海洋生態系への影響評価のための基礎研究 ―世界初のメタンハイドレート開発に向けた環境影響評価手法の整備―

(この事業は、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)からの受託により実施したものです。)

平田 敦洋
一般財団法人エンジニアリング協会
石油開発環境安全センター 主任研究員

1. はじめに

日本周辺海域に賦存するメタンハイドレート(以下 MH)は将来のエネルギー資源として注目されており、経済産業省主導のもと、メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム(MH21)が組織され、メタンハイドレートの資源化に向けた研究開発を推進している。平成13年度から20年度まで実施されたフェーズ1において、環境分野に関してはMH開発時における環境影響評価手法確立のための基礎研究を実施した。平成21年度からはフェーズ2に移行し、平成24年度と平成26年度に予定されているメタンガスの海洋産出試験を通じた環境影響評価手法の提示を目標の1つに設定している。

この中で当センターは環境影響評価手法の研究開発の一部を担当している。平成23年度は将来のMH開発に際して想定される環境影響のうち、海底面からのメタン漏洩ならびにMH生産処理水などの排出による海洋生態系への影響予測および評価などに係る基礎研究を実施した。

2. MH開発で考慮すべき環境影響因子

平成23年度業務範囲内において、MH開発で考慮すべき環境影響要因を以下に挙げる。

2.1 メタン漏洩

海域に存在するMHは一般的な石油・天然ガスが存在する地層(海底面下2,000～4,000m)よりも浅い地層に存在する。東部南海トラフに存在するMHは、主に海底面下500mまでの砂層の孔隙中に充填した状態で賦存しており、MH層上部の地盤が未固結の軟弱地盤であるため、セメンチング不良により生じる坑井周りの導通や、地層変形により生じた亀裂からメタンが漏洩する可能性もある。海水中まで到達したメタンは水柱や海底近傍に生息する生物に影響を与える可能性もある。

2.2 MH生産処理水

MH生産時にはMHの分解により相当量の水(以下、MH生産水)の生産が見込まれている。MH生産水を海域に放出する生産方式を採用する場合には、適切な処理を施しMH生産処理水として放出する必要がある。未処理のMH生産水は低温、低塩分に加えメタンの飽和およびそれに伴う貧酸素化、堆積物に由来する高濃度の栄養塩類(例:アンモニア)などが含まれることが想定されるため、周辺海域に水質の異なる水塊が形成され海洋生物に影響を与える可能性がある。また、MH生産水に含有すると想定される微細堆積物粒子が十分に除去できない場合には、濁りを伴う放出となることも考えられる。

2.3 カッティングス

海洋産出試験の事前掘削はライザーレスで実施されるため、掘削時に発生するカッティングスは海底に堆積し、海底の状況を変化させる可能性が想定される。よって、海底生態系に対する掘削泥水とカッティングスの潜在的な影響は、主に濁度の増加とそれに

伴う海洋生物への影響と底生生物の埋没による影響と考えられている。

3. 実施内容と結果および課題

上記の環境影響要因を考慮し、平成23年度業務は、メタン等の海洋生物への影響に関する基礎研究、数値モデルによる海水中成分の拡散予測（漏洩メタンおよびMH生産処理水等）、海洋生態系への影響を予測するための生態系モデルの構築、環境データベースシステムの改良、MH開発と環境影響に係る情報収集、化学合成微生物の海底面下深度分布調査、環境有識者会議の運営管理を実施した（図1）。

本発表では、そのうちの海洋生物を対象としたメタンの生態毒性試験、海底面からの漏洩メタンの拡散挙動の予測、MH生産処理水等の流体の拡散予測、生態系モデルの構築について報告する。

3.1 海洋生物を対象としたメタンの生態毒性試験

海洋生物を対象としたメタンの生態毒性試験に関しては、溶存酸素濃度を生物の生残に影響のない6mg/L以上に維持し、1気圧で溶解できる最大溶存メタン濃度（約17mg/L）を条件として、植物プランクトン2種、動物プランクトン4種、底生生物の線虫類に対して試験を行った。その結果、いずれの生物とも溶存メタンに対する明確な影響は認められなかった。課題として、底生魚類の餌料となり得る底生生物（多毛類など）に対する溶存メタンの影響についても情報を取得しておく必要があると考えられた。

3.2 海底面からの漏洩メタンの拡散挙動の予測

海底面からの漏洩メタンの拡散予測では、海域環境調査で取得した流向・流速データを利用し、ガス態・ハイドレート態・溶存態のメタン3態の挙動予測計算を実施した。その結果、ハイドレート形成およびハイドレート溶解の有無、流向・流速データの違い、初期泡サイズ分布などがメタン3態の挙動に大きくかかわっていることが明らかになった。また、メタンの溶解に伴う溶存酸素の減少について情報収集し、溶存メタンの酸化による酸素低下現象を表現できるアルゴリズム開発を実施した。今後は、この酸素低下現象のアルゴリズムを検証できるデータについて引続き情報収集し、モデル機能の精度向上を図ることが課題として挙げられた。

3.3 MH生産処理水等の流体の拡散予測

掘削、生産に伴って発生する流体の拡散予測では、MH生産処理水中に含まれる可能性のある懸濁粒子の拡散に伴う水色変化についての予測計算や同じくMH生産処理水に含まれる可能性のあるアンモニアの拡散についての予測計算、および掘削時のカッティングス等の巻上げ土砂の拡散と再堆積厚の予測計算を行った。その結果、水色変化が起きるのは放水点のごく近傍であり、カッティングスにおいても坑井直近で最大30cm程堆積するが堆積範囲は坑井近傍に限られることが予測された。また、アンモニアの拡散においても、アンモニアの濃度が0.01mg/L以上になるのは放出点近傍に限定されることが予測された。カッティングスの拡散・再堆積計算は掘削前の計画値を用いたが、今後の課題としては、平成24年2月に行われた掘削の実績値を用いてカッティングスの拡散計算することが挙げられた。

3.4 生態系モデルの構築

生態系モデルの構築における光合成生態系モデルの構築においては、冬季の光合成生態系を構成する要素（プランクトン、栄養塩類、溶存酸素等）の再現計算、MH生産処理水の排出に伴う水温および溶存酸素の減少が光合成生態系に及ぼす影響を予測するための感度

解析を実施した。その結果、モデルによる再現計算結果は海域環境調査結果と同様の傾向となりモデル計算結果の妥当性が示された。また、商業生産を想定した放出条件（放出流量0.36 m³/sec、水温4℃、塩分0、酸素濃度0mg/L）でも、水温および溶存酸素の減少は光合成生態系にはほとんど影響を与えないことが予測された。今後の課題として、異なる季節の光合成生態系の再現計算、底生生物群集を構成要素とする底層域生態系モデルの構築等を進める必要があると考えられた。

今年度予定されている第1回海洋産出試験ではメタンガスの生産試験が行われ、実際のMH生産水の量や成分などが明らかにされると同時に、商業生産時に向けた課題が抽出されるものと考えられる。このため、これらの研究開発を継続して進め、より現実的な環境影響評価を行うための手法の整備を実施することが望まれる。

なお、本研究はMH21の研究活動の一環で行ったものである。

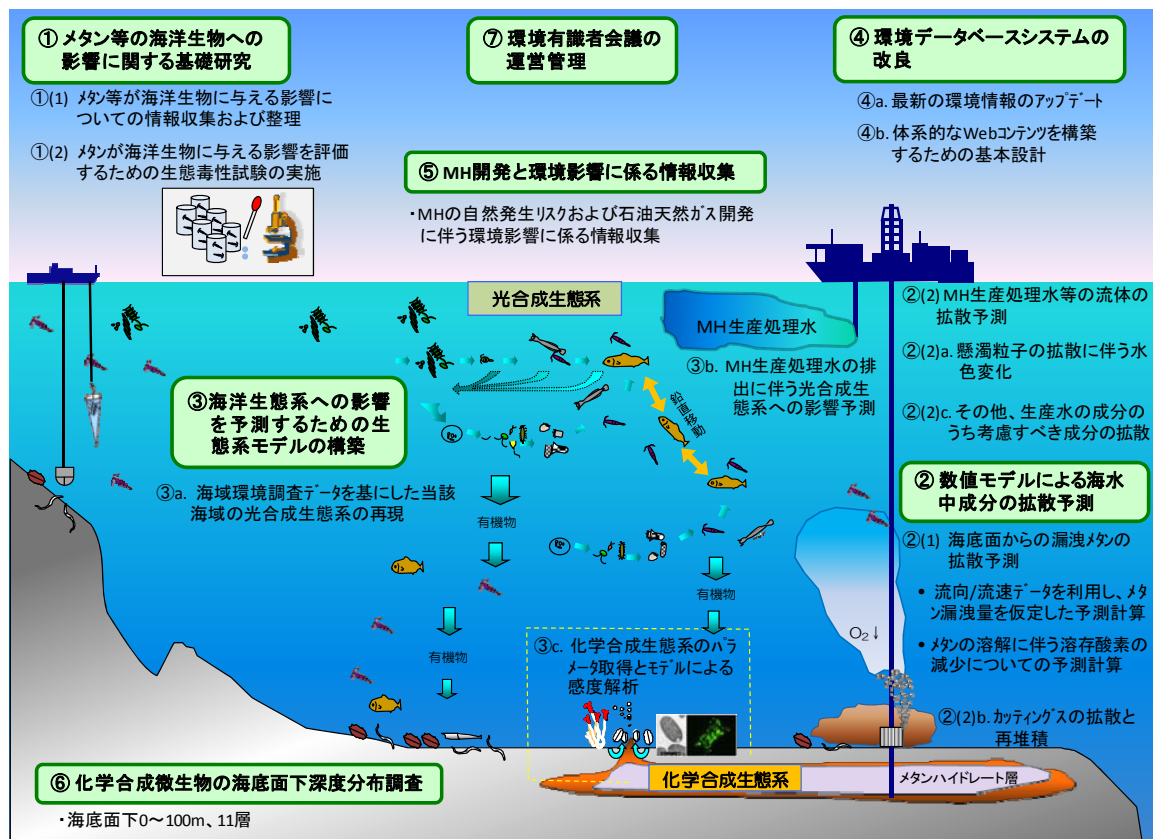


図1 平成23年度における実施項目の概要